

# Генетическое образование: как сейчас изучать генетику в школах



*Иванова Ирина Анатольевна, учитель  
биологии МБОУ «Гимназия №32 им.Е.К.  
Кулаковой» города Кургана*

## Поручение Президента Российской Федерации В. В. Путина Правительству Российской Федерации от 06 июня 2020 года по развитию отечественной генетики

С учётом стремительного развития генетических технологий необходимо выстроить современную систему подготовки кадров.

- ❗ **Запустить** отдельные учебные курсы и дисциплины (модули) по генетике для общеобразовательных организаций и организаций дополнительного образования детей
- ❗ **Организовать** повышения квалификации педагогических работников общеобразовательных организаций и организаций дополнительного образования детей в области преподавания генетики
- ❗ **Вдохновить** подрастающее поколение стать первопроходцами в сфере генетики

Необходимо обеспечить возможность работать на самом современном оборудовании для решения самых сложных исследовательских задач



**Современная молекулярная генетика** – это комплексная междисциплинарная область, которая предполагает знания химии нуклеиновых кислот и белков, биоинформатики, статистики и математики

Генетические технологии, в том числе секвенирование и редактирование генома, становятся **повседневной практикой** в медицине, сельском хозяйстве, охране природы, микробиологической промышленности.

Дети, которые сейчас обучаются в средней школе, достигнут совершеннолетия уже **в новой генетической эпохе** – с новыми услугами и профессиями и рабочими местами. Важно подготовить их к новому миру и обеспечить необходимыми знаниями.

Для этого необходимо в кратчайшие сроки обеспечить массовую подготовку **высококвалифицированных кадров** в области генетики.



## Современная лаборатория генетики в школе – лабораторно-исследовательский комплекс, оснащенный высокотехнологичным оборудованием

Лабораторная мебель



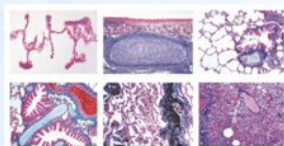
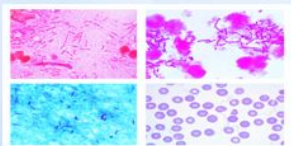
Оптические приборы



Комплекты учебного оборудования для практических работ с набором реактивов



Комплекты микропрепаратов:  
Патогенные бактерии      Covid-19



Оборудование для  
ПЦР-диагностики



Автоматические дозаторы  
нового поколения





**Практическая  
молекулярная генетика  
для начинающих. 8-9  
классы**

**Автор:** [под ред. Бородина  
П.М., Ворониной Е.Н.](#)

**Генетика 10-11 классы**

**Автор:** [Кузьмин И. В., Ким А.  
И., Кукушкина И.В.,  
Нефедова Л.Н. и др.](#)

**«ПРОСВЕЩЕНИЕ»**

Ботаника
Зоология
Анатомия
Общая биология
Эволюция
Биология клетки
Генетика
Онтогенез
Экология
Царства

- **Генетика и ее методология** • Законы Менделя
- Хромосомная теория • Неаллельное взаимодействие генов
- Изменчивость • Наследственные болезни • Селекция

## Генетика и ее методология

### Предмет генетики

Генетика (греч. γεννησις — порождающий, происходящий от кого-то) — наука о наследственности и изменчивости. Это определение отлично соответствует афоризму А.П. Чехова "Краткость — сестра таланта". В словах наследственность и изменчивость скрыта вся сущность генетики, к изучению которой мы приступаем.



Опыты с горохом  
принесли монаху  
Грегору Менделю  
титул  
"отец генетики"

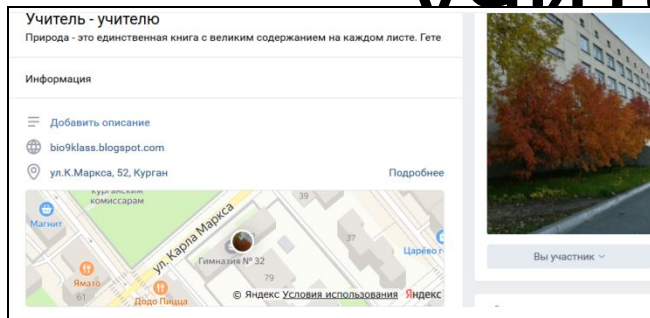
## Разделы генетики в школьном курсе

- Классическая
- Цитогенетика
- Молекулярная
- Биохимическая
- Генетика человека
- Биоинформатика?
- Популяционная?





# VK сообщество Учитель - УЧИТЕЛЮ












<https://vk.com/club188295979>



Ирина Иванова

10 секунд назад

Методические материалы для ГМО учителей биологии 26.08.2021

-  **genetika-modul.pdf**  
274 КБ
-  **Mandel\_Osnovy-sovremennoy-genetiki\_RuLit\_Me\_616401.pdf**  
5.1 МБ
-  **programma-dopolnitelnogo-obrazovaniya-po-genetike-shkola-37.pdf**  
436 КБ
-  **resheniezadachpogenetike.pdf**  
1010 КБ
-  **методич-разработкапрак3.pdf**  
5.1 МБ
-  **моногобридное задачи.docx**  
17 КБ
-  **найди пару.docx**  
11 КБ
-  **практикум.pdf**  
2.3 МБ
-  **терминологическая разминка.docx**  
12 КБ

# КАРТОЧКА «НАЙДИТЕ ПАРУ»

- 1. генетика
  - 2. ген
  - 3. моногибридное скрещивание
  - 4. рецессивный признак
  - 5. доминантный признак
  - 6. гибриды
  - 7. гибридологический метод
  - 8. чистые линии
  - 9. изменчивость
  - 10. генотип
  - 11. фенотип
  - 12. наследственность
  - 13. альтернативные признаки
- 1. получили от родителей
  - 2. совокупность вн. и внутренних признаков
  - 3. F<sub>1</sub> 100-цветы все равно белые
  - 4. противоположность наследственности
  - 5. основной метод Менделя
  - 6. учитывается один признак
  - 7. желтые и зеленые семена
  - 8. преобладает всегда у гибридов
  - 9. основоположник Мендель
  - 10. сочетаются признаки
  - 11. молекула ДНК
  - 12. исчезает в F<sub>1</sub>
  - 13. совокупность всех генов организма

# ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗМИНКА

- Генетика изучает закономерности....
- Основоположником генетики является....
- Объектом своих исследований Мендель выбрал....
- Тип опыления у гороха....
- Женская и мужская особь обозначается....
- Родители и гибридное потомство обозначается...
- Совокупность генов организма...
- Гетерозигота обозначается...
- Совокупность всех признаков организма....
- Гомозиготы обозначаются...
- Ген, контролирующий преобладающий признак...
- Ген, контролирующий подавляемый признак...
- Аллельные гены....

- 4 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Расшифровка генетического кода». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1) Генетическая информация, содержащаяся в ДНК и в иРНК, заключена в последовательности расположения нуклеотидов в молекулах. (2) Генетический код обладает определёнными свойствами. (3) Было установлено, что генетический код триплетен, то есть в состав нуклеотида входит три составляющие: азотистое основание, дезоксирибоза и остаток фосфорной кислоты. (4) Генетический код универсален; это значит, что каждый триплет кодирует только одну аминокислоту. (5) Внутри гена триплеты следуют один за другим без пропусков и перекрытий. (6) Существует один бессмысленный триплет – стоп-кодон, который заканчивает синтез белка и не соответствует ни одной аминокислоте. (7) Расшифровка генетического кода – важнейшее открытие XX века.

<b>Содержание верного ответа и указания к оцениванию</b> (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	<b>Баллы</b>
<p>Ошибки допущены в предложениях:</p> <p>1) 3 – код триплетен – три нуклеотида кодируют (шифруют) определённую аминокислоту;</p> <p>2) 4 – универсальность – это единство генетического кода для всех организмов (триплет кодирует одну аминокислоту – это однозначность генетического кода);</p> <p>3) 6 – существует три триплета стоп-кодона (стоп-сигнала), которые прекращают синтез полипептидной цепи</p> <p><i>Если в ответе исправлено четыре и более предложения, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на</i></p>	

2. В 1958 г. Учеными был установлен полуконсервативный принцип репликации ДНК. В качестве объекта эксперимента использовали кишечную палочку *Escherichia coli*. Бактерии длительное время выращивались на питательной среде, содержащей тяжелый изотоп азота  $^{15}\text{N}$ . Затем данные бактерии были перенесены на питательную среду, содержащую лёгкий изотоп азота  $^{14}\text{N}$ , для однократного деления. Все клетки, полученные после этого деления, содержали примерно равные количества цепей ДНК с лёгкими ( $^{14}\text{N}$ ) и тяжелыми ( $^{15}\text{N}$ ) изотопами азота. Объясните результат эксперимента, исходя из принципа полуконсервативной репликации ДНК. Как называется используемый в эксперименте метод?

**Элементы ответа:**

- 1) каждая новая молекула ДНК состоит из одной исходной ( $^{15}\text{N}$ ) и одной новой ( $^{14}\text{N}$ ) цепи ДНК, синтезированной по принципу комплементарности (на каждой цепи исходной молекулы ДНК ( $^{15}\text{N}$ ) синтезируется вторая ( $^{14}\text{N}$ ), недостающая цепь);
- 2) использовался метод меченых атомов.
3. В 1958 г. учёными был установлен полуконсервативный принцип репликации ДНК. В качестве объекта эксперимента использовали кишечную палочку *Escherichia coli*. Бактерии длительное время выращивались на питательной среде, содержащей тяжёлый изотоп азота  $^{15}\text{N}$ . Затем данные бактерии были перенесены на питательную среду с легким изотопом азота  $^{14}\text{N}$ . Как называется используемый в эксперименте метод? Какие изотопы азота (N) содержали цепи новых молекул ДНК после первого деления клетки на новой питательной среде?

**Элементы ответа:**

- 1) Использовался метод меченых атомов.
- 2) Новые молекулы ДНК содержали одну цепь с изотопом  $^{15}\text{N}$  (исходная) и одну цепь с изотопом  $^{14}\text{N}$  (новая).

# Опыт Мезельсона и Сталя

## Ход эксперимента

Сначала бактерий выращивали на питательной среде с тяжелым изотопом  $^{15}\text{N}$



Затем бактерий перенесли на питательную среду с легким изотопом азота  $^{14}\text{N}$  для двукратного деления



## Результаты центрифугирования бактериальной ДНК

Отбор пробы в начале эксперимента (0 мин)

Отбор пробы через 20 мин

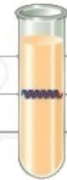
Отбор пробы через 40 мин

При благоприятных условиях бактерии делятся каждые 20 мин, таким образом, через 20 мин и 40 мин после начала эксперимента бактерии пройдут 1 и 2 цикла репликации соответственно.

$^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$  (легкая/легкая) ДНК

$^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  (легкая/тяжелая) ДНК

$^{15}\text{N}/^{15}\text{N}$  (тяжелая/тяжелая) ДНК



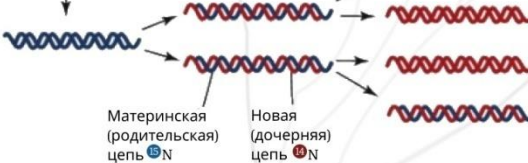
Поколение родителей (обе цепи тяжелые)

Первое поколение (промежуточное значение ДНК по плотности)

Второе поколение (половина ДНК имеет промежуточное значение плотности, другая половина молекул имеет две легкие цепи)

## Выводы

Т.к. бактерии росли на среде с тяжелым изотопом  $^{15}\text{N}$ , то именно его они использовали для построения двухцепочечной ДНК



После двух раундов репликации получится 4 новые молекулы ДНК, две из которых будут иметь промежуточное значение по массе (одна цепь легкая, другая тяжелая  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ ), а две другие будут занимать более высокое положение при центрифугировании, т.к. имеют самую низкую плотность (обе цепи легкие  $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ )



### Методы генетики:

1. *Гибридологический*, или метод скрещиваний, заключается в подборе родительских особей и анализе потомства. При этом о генотипе организма судят по фенотипическим проявлениям генов у потомков, полученных при определенной схеме скрещивания.
2. *Цитогенетический* основан на исследовании кариотипа: числа, формы и величины хромосом организма. Изучение этих особенностей позволяет выявить различные патологии развития.
3. *Биохимический* позволяет определять содержание различных веществ в организме, в особенности их избыток или недостаток, а также активность целого ряда ферментов.
4. *Молекулярно-генетические* направлены на выявление вариаций в структуре и расшифровку первичной последовательности нуклеотидов исследуемых участков ДНК. Они позволяют выявить гены наследственных болезней даже у эмбрионов, установить отцовство и т. д.
5. *Популяционно-статистический* позволяет определить генетический состав популяции, частоту определенных генов и генотипов, генетический груз, а также наметить перспективы развития популяции.
6. *Гибридизации соматических клеток* в культуре, который позволяет определить локализацию определенных генов в хромосомах при слиянии клеток различных организмов, например мыши и хомяка, мыши и человека и т. д.

- Основным методом генетики является гибридологический - он был открыт и разработан Г. Менделем.

### Особенности гибридологического метода:

- Скрещиваемые организмы должны принадлежать к одному виду
- Скрещиваемые организмы должны четко отличаться по отдельным признакам
- Изучаемые признаки должны быть константны: воспроизводиться из поколения в поколение при скрещивании в пределах линии
- Необходима характеристика и количественный учет всех классов расщепления

27. Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5'-АТЦАТГГТАТГГЦТАГАГЦТАТТ-3'

3'-ТАГТАЦАТАЦЦГАТЦТЦГАТАА-5'

Определите последовательность аминокислот во фрагменте начала полипептидной цепи, объясните последовательность решения задачи. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты **мет**. Известно, что итоговый фрагмент полипептида, кодируемый этим геном, имеет длину более четырех аминокислот. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

**Схема решения задачи включает:**

- 1) последовательность иРНК:  
5'-АУЦАУГУАУГГЦУАГАГЦУАУУ-3';
- 2) аминокислоте **мет** соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
- 3) при синтезе первого кодона 5'-АУГ-3' (АУГ) фрагмент полипептида обрывается (в рамке считывания присутствует стоп-кодон);
- 4) синтез фрагмента полипептида начинается со второго кодона 5'-АУГ-3' (АУГ) (синтез начинается с восьмого нуклеотида);
- 5) последовательность аминокислот во фрагменте полипептида находим по таблице генетического кода: мет-ала-арг-ала-иле.



- Что из старых номеров:  
в транскрибируемой цепи есть некодирующая часть и кодирующая, которая начинается со Старт-кодона, шифрующего аминокислоту Мет
- В чем новизна:  
в транскрибируемой цепи ДВА Старт-кодона ( )  
если выбрать первый Старт-кодон, то через несколько аминокислот стоит Стоп-кодон, который ведет к обрыву первой пептидной цепи, т.о. мы получим меньше 4 аминокислот, что не соответствует условию.
- Соответственно, синтез белка начнется со второго Старт-кодона.

Моногибридное скрещивание

Закон единообразия гибридов первого поколения

Закон расщепления

Анализирующее скрещивание

Неполное доминирование

Дигибридное скрещивание

Множественный аллелизм (группы крови)

Закон независимого наследования

Сцепленное с аутосомой наследование

Сцепленное с полом наследование

Нарушение сцепления

Летальный исход

Анализ генеалогического древа

Определение расположения генов на хромосоме  
(22 задание)

Типы  
генетических  
задач

Чтение  
кариотипов  
?

- Топ-3 ошибки, которые встречаются в 28 заданиях
- неверно определили тип задачи и не поняли, что она на сцепленное наследование
- ошибка при определении сцепленных генов
- неверно определили какой конкретно тип задачи на сцепленное наследование
- Чтобы избежать всех этих ошибок, важно разобрать теорию и закрепить ее на практике.

Чтобы определить тип задачи, необходимо выяснить:

- Сколько пар признаков рассматривается в задаче;
- Сколько пар генов контролируют развитие признаков;
- Какие организмы (гомозиготные, гетерозиготные) скрещиваются;
- Каков тип скрещивания (прямое, возвратное, анализирующее и т.д.);
- Сцеплено или независимо наследуются гены, контролирующие развитие признаков;
- Связано ли наследование признака с половыми хромосомами;
- Сколько классов фенотипов (или генотипов) образуется в потомстве, полученном от скрещивания, и каково их количественное соотношение.

# Пример задачи

- Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если известно, что платиновость и серебристость определяются аллельными аутосомными генами, платиновая доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

# Пример задачи

- У кур розовидный гребень определяется доминантным геном, листовидный - рецессивным. Петух с розовидным гребнем скрещен с 2 курами с розовидными гребнями. Первая дала 14 цыплят, все – с розовидными гребнями; вторая - 9 цыплят, из них 7 - с розовидными и 2 - с листовидными гребнями. Каковы генотипы родителей?

# Множественный аллелизм

- В настоящее время известно, что существуют гены, имеющие не два, а большее количество аллелей. Например, у мухи дрозофилы ген окраски глаз представлен 12 аллелями: красная, коралловая, вишневая, абрикосовая и т.д. до белой. Наличие у гена большого количества аллелей называют множественным аллелизмом. Он является следствием возникновения нескольких мутаций одного и того же гена.

# Типы определения пола:

- 1. **Прогамный** – до оплодотворения, по строению мужских и женских гамет.
- 2. **Сингамный** – генетическое определение пола при оплодотворении, которое зависит от характера сочетания половых хромосом, либо от соотношения половых хромосом и аутосом.
- 3. **Эпигамный** – формируется под влиянием внешней среды.



# Хромосомная теория пола

- **Хромосомная теория пола К. Корренса (1907)** заключается в том, что пол определяется сочетанием половых хромосом при оплодотворении.

# Четыре основных типа хромосомного определения пола

- 1. Мужской пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50% -Y- хромосому (человек, млекопитающие, двукрылые, жуки, клопы).
- 2. Мужской пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50%- не имеют половой хромосомы (кузнечики).
- 3. Женский пол гетерогаметен; 50% гамет несут X- , 50% гамет- Y- хромосому (птицы, пресмыкающиеся, хвостатые амфибии, шелкопряд).
- 4. Женский пол гетерогаметен; 50% гамет несут X- , 50% не имеют половой хромосомы (моль).

# Балансовая теория пола

- **Балансовая теория пола** (К.Б. Бриджес, 1922) подразумевает, что в определении пола принимают участие не только половые хромосомы, но и аутосомы. Один гаплоидный набор аутосом сообщает особи свойства мужского пола. В данном случае пол определяется соотношением количества половых хромосом к набору аутосом.

- Если ген сцеплен с У- хромосомой, то его можно обозначить и заглавной и прописной буквой, так как понятие доминантности и рецессивности в данном случае не имеет смысла, У- хромосома всегда одна.

# Пример заданий

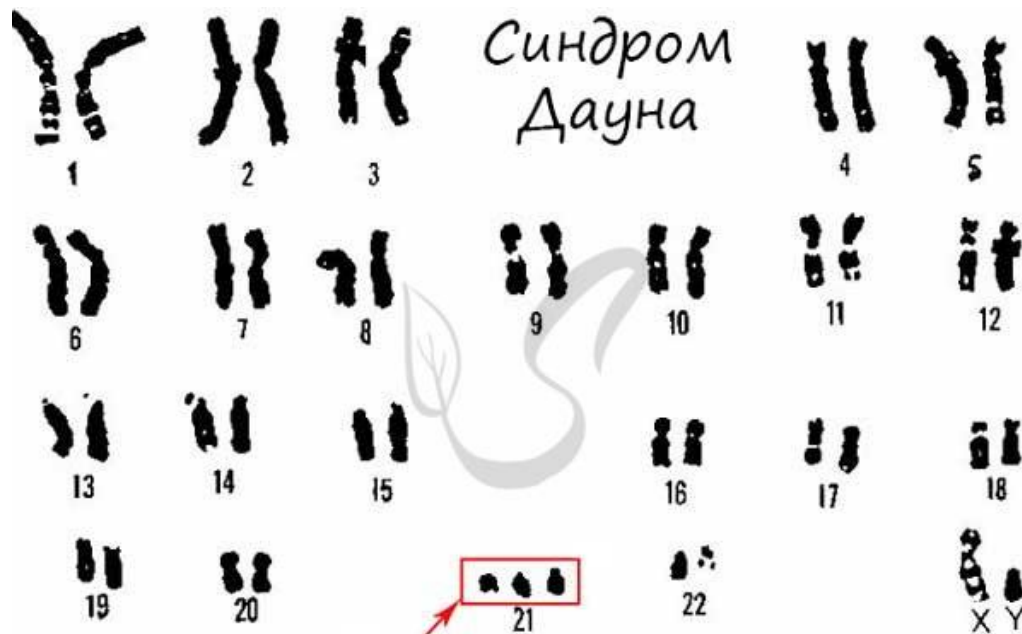
- Охарактеризуйте организм с заданным генотипом:  $AaBb, AA\overset{D}{X}\overset{d}{X}$

# Кроссинговер в половых хромосомах

] У человека между аллелями генов атрофии зрительного нерва и красно-зелёного дальтонизма происходит кроссинговер. Не имеющая таких заболеваний женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – атрофия зрительного нерва, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке монозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний, в этой семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

У человека между аллелями генов ихтиоза (заболевание кожи) и гемофилии типа А происходит кроссинговер. Не имеющая указанных заболеваний женщина, у отца которой была гемофилия, а у дигомозиготной матери – ихтиоз, вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. Родившаяся в этом браке моногмомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний, в этой семье родился ребёнок-гемофилик. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

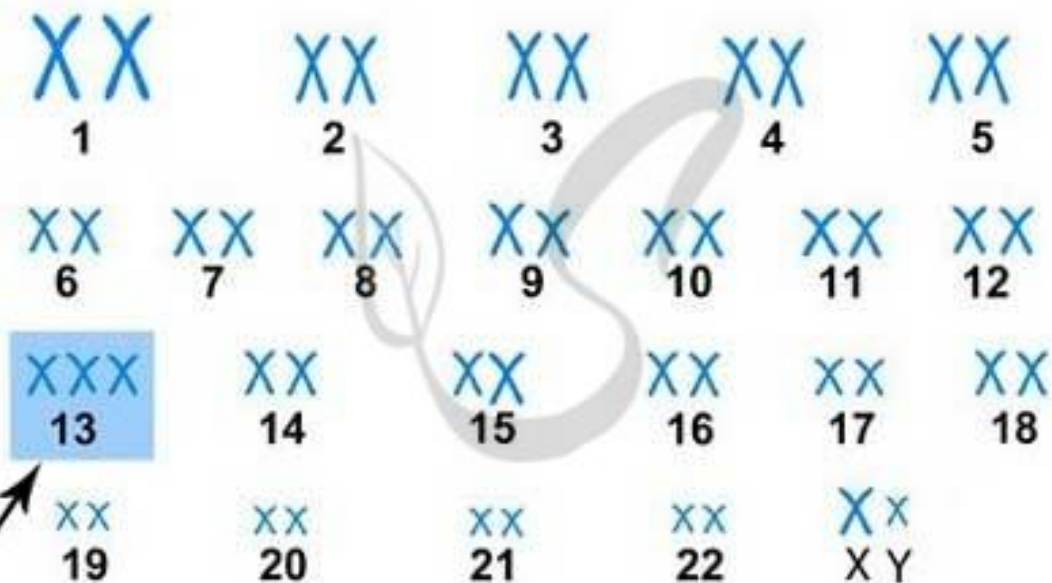
# Геномные мутации







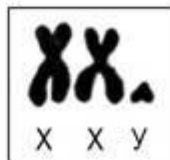
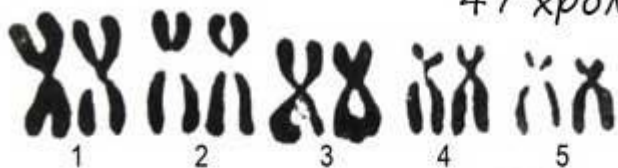
## Картиотип при синдроме Патау

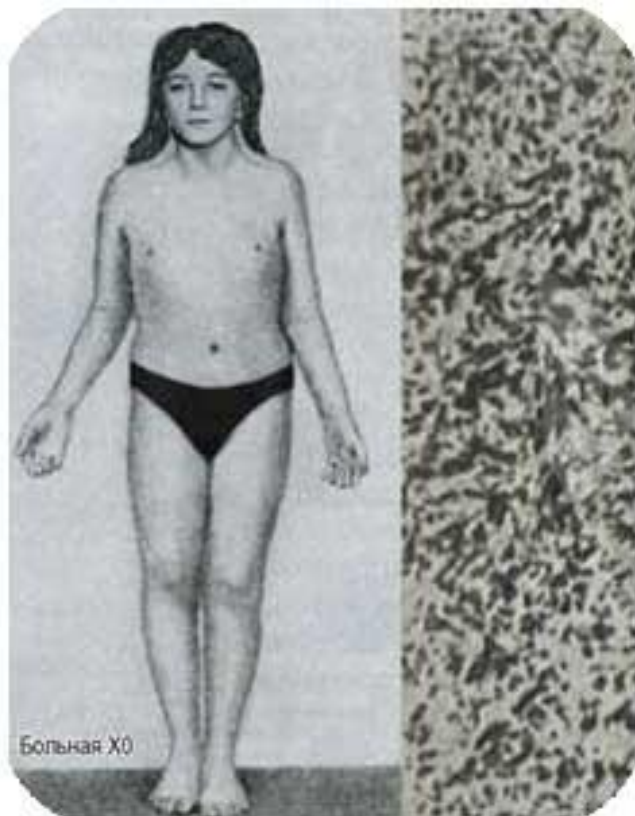


Трисомия по 13 паре

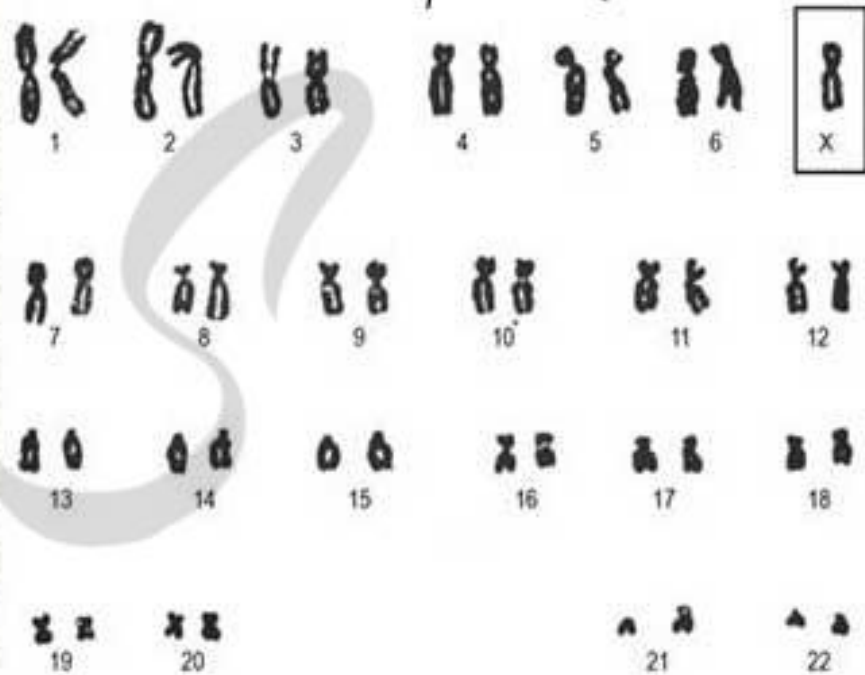
# Синдром Клайнфельтера

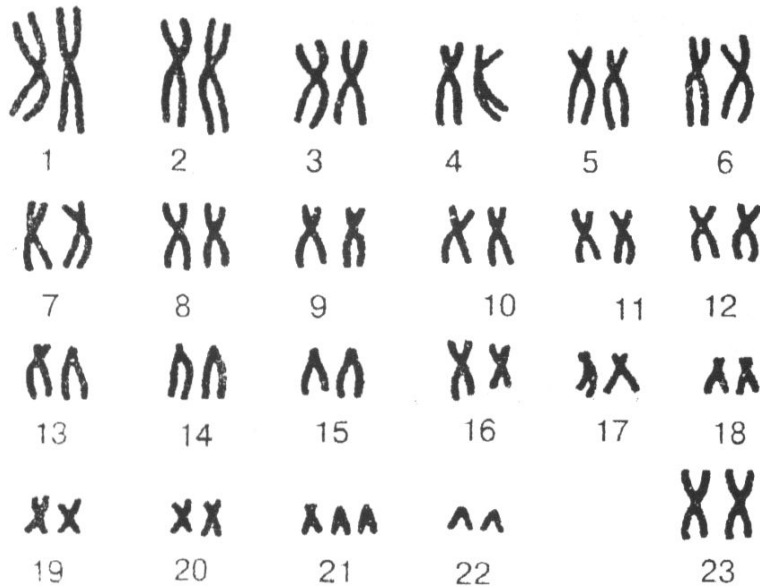
47 хромосом, XXУ





## Синдром Шерешевского-Тернера 45 хромосом, XO



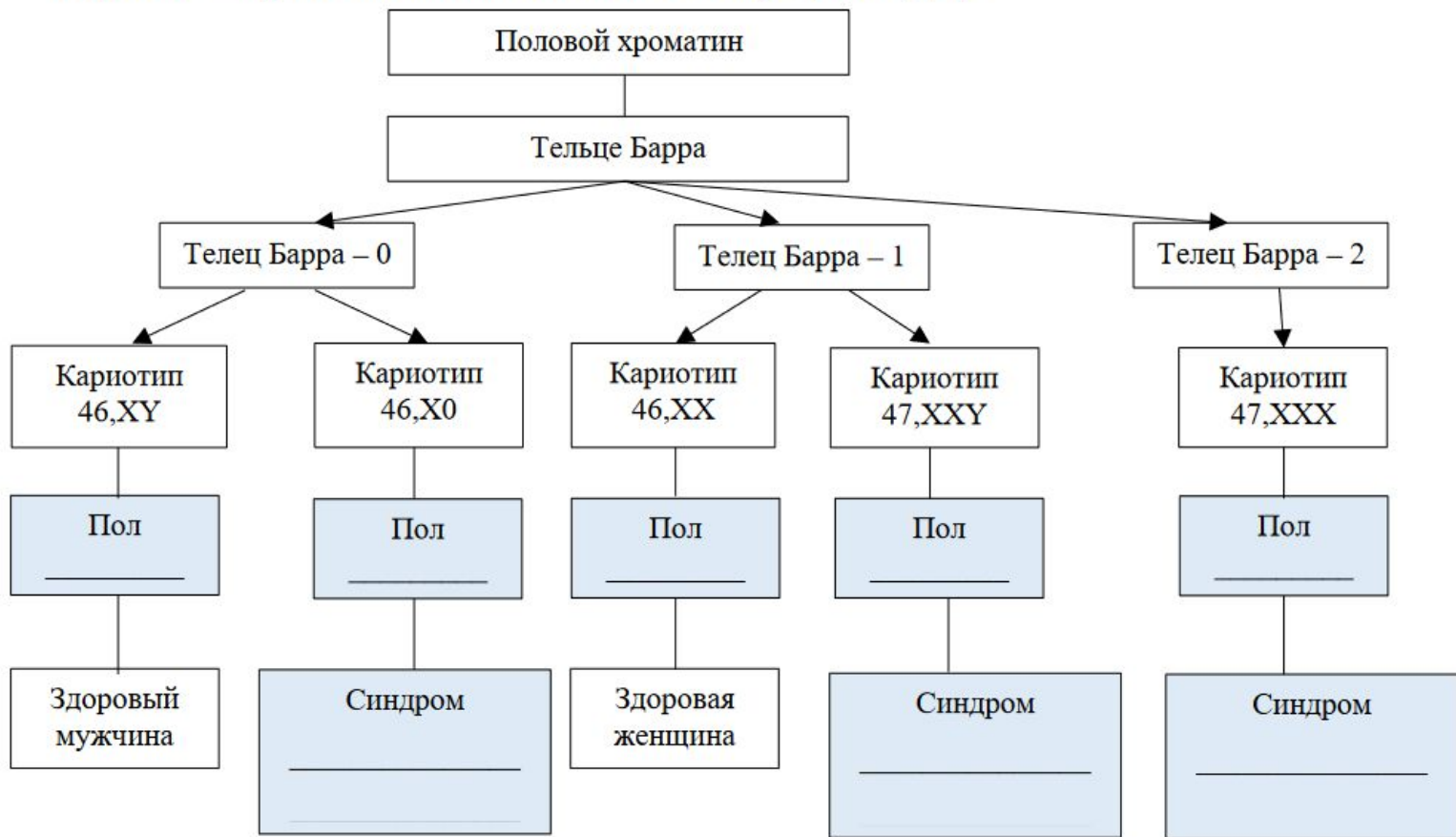


### Задание №1

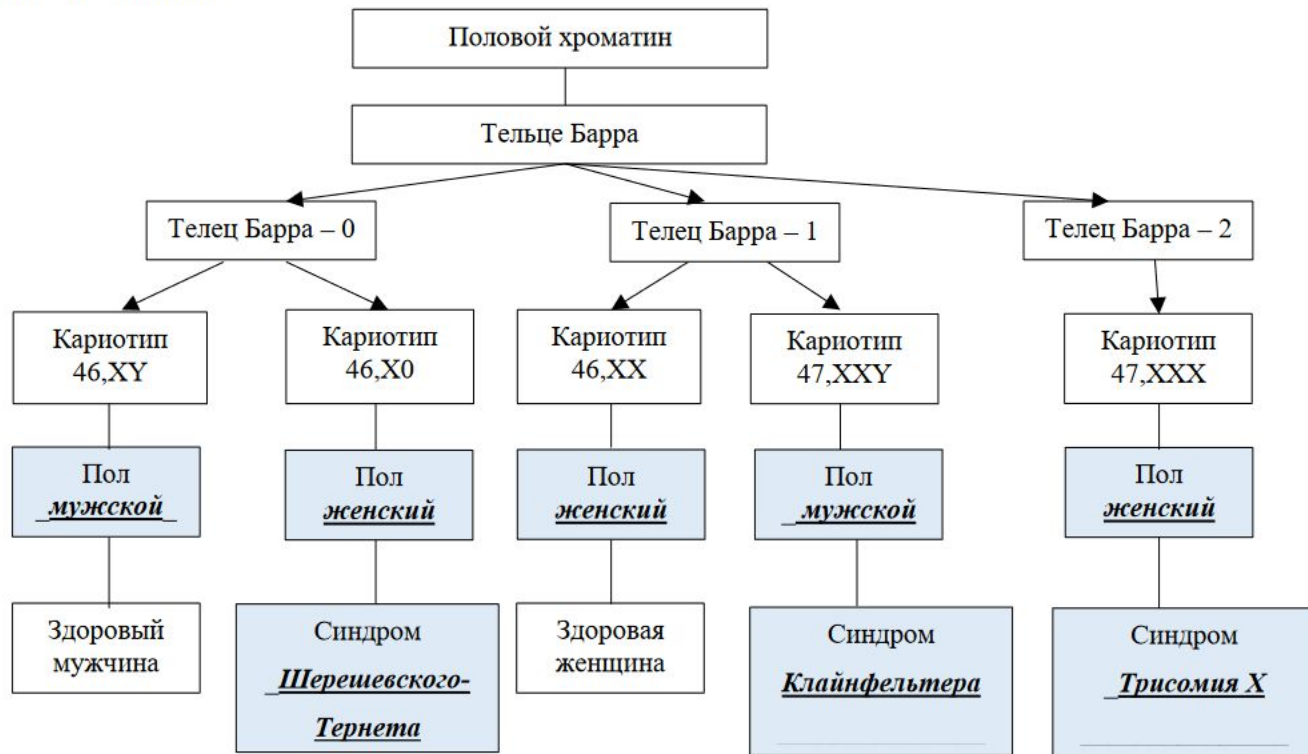
Рассмотрите кариограмму человека.  
Проведите ее анализ.

Описать кариотип по фотографии 1) общее число хромосом, 2) число аутосом, 3) число половых хромосом, 4) пол (мужской или женский), 5) число телец Барра, 6) норма или патология (какое заболевание)

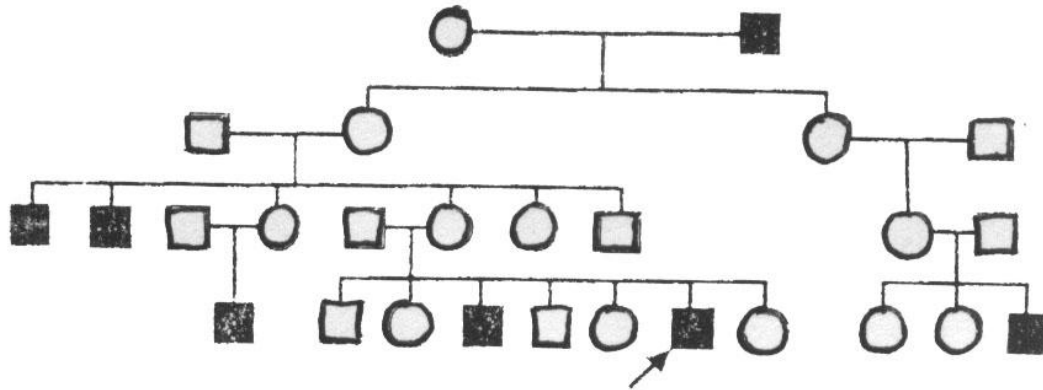
В норме кариотип **человека** содержит 46 хромосом: 22 пары аутосом и 1 пару половых хромосом (гоносомы).  
Нормальный мужской кариотип – 46,XY; нормальный женский – 46,XX. Другие варианты указываются в заключении в соответствии с международной цитогенетической номенклатурой



Эталон ответа

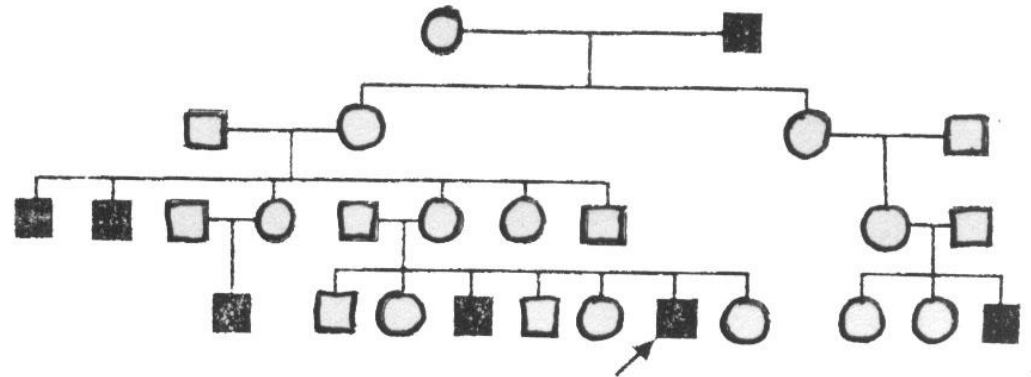


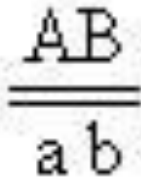
- - Привет, друг. Я увидел твое древо. Да, но ты пробанд! А сколько у тебя сибсов и просибсов. Это просто удивительно, как ты знаешь свою наследственность.
- - Я тоже смотрел твое древо и был удивлен, что у твоих предков был случай инцеста.





- 1. Сколько поколений людей представлено на родословной?
- 2. Сколько детей было у бабушки и дедушки пробанда со стороны матери?
- 3. какой пол пробанда?
- 4. Имеется ли изучаемый признак у пробанда?
- 5. Сколько еще членов родословной имеют такой же признак, который есть у пробанда?
- 6. Рецессивным или доминантным является изучаемый признак?
- 7. Назовите хромосому, в которой находится аллель, отвечающая за формирование изучаемого признака:
- 1) аутосома 2) Y-хромосома 3) X-хромосома
- 8. Каков генотип пробанда:
- AA,  $X^A X^a$ ,  $X^a Y$ ,  $X Y^A$





- У организмов с генотипом  $\frac{AB}{ab}$  образуются нормальные гаметы АВ и ab в количестве по 42,5% и кроссоверные – Ab и aB в количестве по 2,5%. Каково расстояние между генами?

# Картирование генов

- При анализирующем скрещивании тригетерозиготы  $AaBbCc$  были получены организмы, соответствующие следующим типам гамет:
- $ABC$  – 47,5%  
 $abc$  – 47,5%  
 $Abc$  – 1,7%  
 $aBC$  – 1,7%  
 $ABc$  – 0,8%  
 $abC$  – 0,8%

# из сборника КИМов В.С. Рохлова

- У томатов высокий рост стебля доминирует над карликовым, а шаровидная форма плода — над грушевидной, гены высоты стебля и формы плода сцеплены. Скрещено гетерозиготное по обоим признакам растение с карликовым, имеющим грушевидные плоды. В потомстве получилось 320 высоких растений с шаровидными плодами, 317 карликовых растений с грушевидными плодами, 26 высоких растений с грушевидными плодами и 29 карликовых растений с шаровидными плодами. При скрещивании другого гетерозиготного по обоим признакам растения с карликовым, имеющим грушевидные плоды, получилось другое расщепление: 246 высоких растений с грушевидными плодами, 239 карликовых растений с шаровидными плодами, 31 высокое растение с шаровидными плодами и 37 карликовых растений с грушевидными плодами. Составьте схему решения задачи. Объясните, почему получилось разное расщепление. Определите расстояние между генами.

- Скрестили высокие растения томата с округлыми плодами и карликовые растения с грушевидными плодами. Гибриды первого поколения получились высокие с округлыми плодами. В анализирующем скрещивании этих гибридов получено четыре фенотипические группы: 40, 9, 10 и 44. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства каждой группы в двух скрещиваниях. Объясните формирование четырёх фенотипических групп в потомстве.

*Задача №43. Желтолицый Чипполино, преодолев сопротивление и предрассудки богатых фруктов, женился на краснолицкой Вишенке. Молодожены лили слезы радости – луковые горькие и вишневые сладкие. Желтое лицо и горькие слезы – доминантные признаки. Какие признаки будут иметь потомки Чипполино и Вишенки, если их папа гетерозиготен?*

*Задача №45. У русалок ген А отвечает за зеленый хвост, ген а – за серебристый хвост, ген В определяет развитие золотых волос, ген в – красных волос. Можно ли ожидать появления в семье русалок ребенка с серебристым хвостом и красными волосами, если у матери зеленый хвост и золотые волосы (гомозигота по второму признаку), а у отца зеленый хвост и красные волосы (гетерозигота по первому признаку).*

*Задача №46. Желтобрюхие импуки с фиолетовыми ушами женятся исключительно на синевбрюхих импуканках, имеющих красные уши. Определить, какой процент детей будет похож на папу, если желтое брюхо и фиолетовые уши – доминантные признаки.*

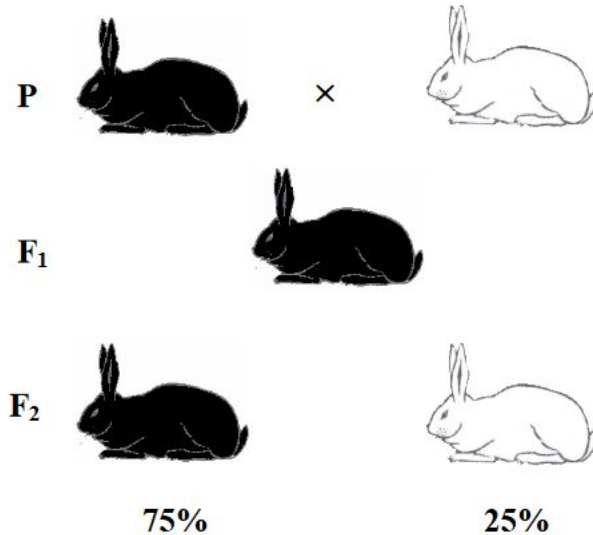
*Задача №47. У лунатика наличие крылышек определяется доминантным геном А (летален в гомозиготном состоянии), наличие третьего глаза определяется доминантным геном В. В присутствии генов А и В в генотипе лунатика организм приобретает новый признак – начинает излучать свет. Определить генотипы и фенотипы потомков, полученных при скрещивании двух дигетерозигот.<sup>2</sup>*

*Задача №47. Рассмотрите рисунки.*

*Какая окраска шерсти у кроликов доминирует?*

*Определите генотипы родительских организмов, потомков первого и второго поколения.*

*Какие генетические закономерности проявляются при наследовании окраски шерсти у кроликов?*



## Применение закона Харди-Вайнберга

Глазокожный альбинизм – моногенное аутосомно-рецессивное заболевание. Среднемировая частота встречаемости альбинизма составляет примерно 1:20000. Среди индейцев куна (Панама, Колумбия) – 1:145. Определите частоту гетерозигот в двух группах. С чем может связана такая высокая частота встречаемости альбинизма среди индейцев куна?



Мargarита  
Журавкова



Борис  
Степин



# Применение закона Харди-Вайнберга

## Решение:

1. Общемировая частота: 1:20000 (0,00005) – частота рецессивных гомозигот (aa), т.е.  $q^2$  (см. слайд 1).

Тогда частота рецессивного аллеля  $q$  будет равна корню из 0,00005, то есть 0,007.

Частота доминантного аллеля  $p = 1 - q = 1 - 0,007 = 0,993$ .

Частота гетерозигот  $2pq = 2 * 0,007 * 0,993 = 0,014$  (1,4%).

2. Частота среди индейцев: 1:145 (0,007) – частота рецессивных гомозигот (aa), т.е.  $q^2$ .

Тогда частота рецессивного аллеля  $q$  будет равна корню из 0,00005, то есть 0,083.

Частота доминантного аллеля  $p = 1 - q = 1 - 0,083 = 0,917$ .

Частота гетерозигот  $2pq = 2 * 0,083 * 0,917 = 0,152$  (15,2%).



Мargarита  
Журавкова

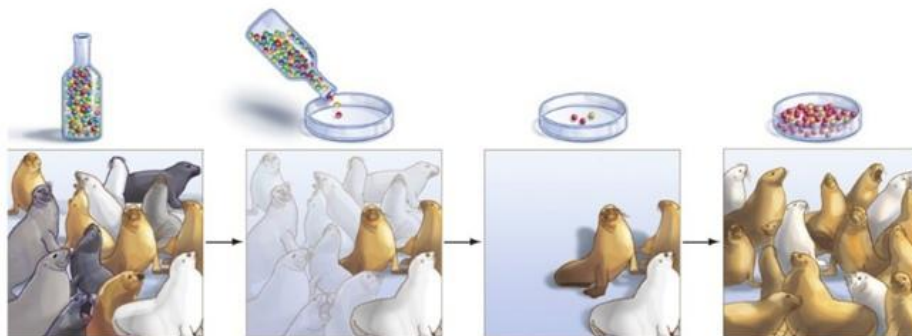


Борис  
Степанин

# Применение закона Харди-Вайнберга

## Решение:

3. Высокая частота мутантного аллеля среди индейцев куна может быть связана с «эффектом основателя» (высокой частотой альбинизма в группе людей, давшей начало всей популяции – частный случай эффекта «бутылочного горлышка»), а также высокой частотой браков между альбиносами (близкородственные браки).



Мargarita  
Журавкова



Борис  
Степенин

## **Средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года:**

По русскому языку средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 71,4 балла

По профильной математике средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 55,1 баллов

По химии средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 53,8 балла

По литературе средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 66 балла

По географии средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 59 балла

По физике средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 55,1 баллов

По истории средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 54,9 балла

По обществознанию средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 56,4 балла

По биологии средний тестовый балл ЕГЭ 2021 года — 52 балла

Процент выполнения  
заданий из второй части  
на МАКСИМУМ:

22 задание - 14%

23 задание - 8,3%

24 задание - 15%


25 задание - 1%

26 задание - 1%

27 задание - 28%

28 задание - 17%

# Как со мной связаться?




**Ирина Иванова** online  
"Делай, что можешь с тем, что имеешь, там, где ты есть" (Теодор Рузвельт)

День рождения: 3 июня  
Город: Курган  
Образование: КГУ (бывш. КГПИ, КМИ) '86

[Показать подробную информацию](#)

547 друзей   84 подписчика   2 121 фотографии   2 отметки   3 статьи   93 видеозаписи

Мои фотографии 2121 [показать на карте](#)



- Редактировать
- Воспоминания
- Архив историй
- Денежные переводы
- Укажите ваши контакты
- Подарки 51

